

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 61115662
PUBLICATION DATE : 03-06-86

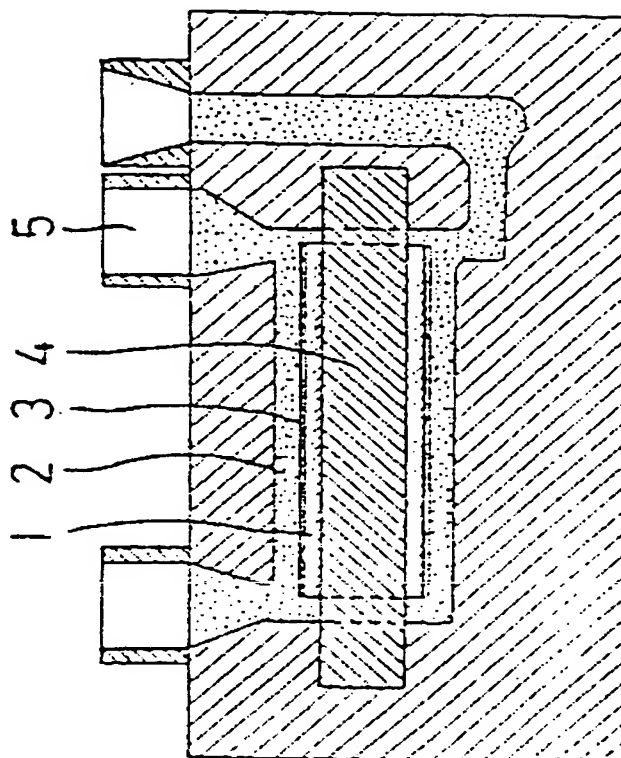
APPLICATION DATE : 12-11-84
APPLICATION NUMBER : 59238128

APPLICANT : YAMAMOTO JUKOGYO KK;

INVENTOR : YABUTA ICHIRO;

INT.CL. : B22D 19/08 B22D 19/00 B32B 1/08
B32B 15/04 // C04B 37/02

TITLE : METAL-CERAMIC COMPOSITE
CYLINDER AND ITS PRODUCTION



ABSTRACT : **PURPOSE:** To obtain a composite cylinder which has the excellent wear resistance and strength of the inside surface and with stands to the welding operation by casting a molten metal via a mortar layer having a heat insulating characteristic and high-compressive strength to the circumferential surface of a dense ceramic inside cylinder.

CONSTITUTION: The mortar exhibiting the heat insulating characteristic and high-compressive strength is applied on the outside surface of the cylinder 1 made of the dense ceramics to form an intermediate layer 3 thereon. Such cylinder is inserted into a casting mold and a molten steel is poured into the mold through a sprue 5 and is solidified to form an outside cylinder 2. The metal-ceramic composite cylinder after rapping is subjected to a heat treatment if necessary. The composite cylinder has the inside surface strength to withstand the inside surface wear of powder, etc. passing through the inside of the pipe and to withstand about $\geq 100 \text{ kgf/cm}^2$ inside pressure.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-115662

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)6月3日

B 22 D 19/08
19/00
B 32 B 1/08

8414-4E
8414-4E
6617-4F

※審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 金属-セラミックス複合円筒およびその製造方法

⑯ 特 願 昭59-238128

⑰ 出 願 昭59(1984)11月12日

⑱ 発 明 者 樋 上 文 範 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内
⑱ 発 明 者 森 田 喜 保 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内
⑱ 発 明 者 瀬 口 学 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内
⑲ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地
⑲ 出 願 人 山本重工業株式会社 桑名市中央町3丁目21番地
⑲ 代 理 人 弁理士 生形 元重 外1名
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

金属-セラミックス複合円筒およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 緻密質セラミックスからなる内筒と、金属からなる錆包み外筒と、前記内筒と外筒との間に介在する断熱性と圧縮強度を有するモルタル層とからなることを特徴とする金属-セラミックス複合円筒。

(2) 緻密質セラミックスを内筒とし、前記内筒の外周面に断熱性と高圧縮強度を示すモルタルを施工し、乾燥後その周囲に金属溶湯を錆込み凝固させることを特徴とする金属-セラミックス複合円筒の製造方法。

(3) 錆込み金属の凝固後型抜きされた円筒を熱処理することを特徴とする特許請求範囲第2項記載の金属-セラミックス複合円筒の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

製鉄用マッドガンとかスラリーポンプ等のように固形粒子が高圧で内部で摺動するシリンダーに用いられる耐摩耗性、耐圧強度を向上させた内層セラミックと外層金属の複合円筒に関する。

高炉用のマッドガンのシリンダーはアルミナやシリカ炭化珪素などが含まれた耐火材料を200kg/cm²以上の圧力で押出するため、シリンダー内面は耐火材料(マッド)の摺動によつてはげしく摩耗を受ける。従来は通常半年位で取替えていたもので、この寿命を延ばすことが望まれていた。

(従来の技術)

一般に外筒が金属、内筒がセラミックスから成る複合円筒において、内筒を構成しているセラミックスは、耐摩耗性には強いが、シリンダーの内圧によつて発生する円周方向の引張応力には弱い欠点を有する。よつて該応力の発生を抑制するために、シリンダーの外周から高面圧を加えて、あらかじめセラミックスの円周方向に圧縮のフープ(たが)応力を付与しなければならない。

このような圧縮応力を与える方法として次のこ

とが知られている。

① セラミックスの外周に加熱した鋼材を焼ばめする方法がある。(特開昭57-2445号)このとき焼ばめされるためにはセラミックスの内筒の外周と鋼製外筒の内周を焼ばめ代($1/1000 \sim 3/1000$)に見合った精度で切削加工されなければならない。ここでセラミックス内筒の外周加工の問題があり、直径が大きくなると加工が困難になるばかりでなく硬さの面でダイヤモンド砥石での精密研削加工が必要となり、加工費も高くなる欠点があった。また直径に対して長さの長いものとか、セラミックスのスポーリング性(砕け性)の大きいものとかでは焼ばめ代を大きくとることが困難で、セラミックスに大きな圧縮応力を与えることができない欠点があった。

② セラミックス内筒のまわりに金属溶湯を鑄包んだもの(特公昭58-58311号)がある。このとき金属を鑄包みその冷却による金属の収縮でセラミックスの内筒に圧縮応力を付与するものである。セラミックスへの熱衝撃を防止するため、セ

よらないで、セラミックスの外周から金属を鑄包んで、その収縮力によつてセラミックスの円周方向に圧縮応力を付与して強化を計るのみならず、金属鑄包み時の熱衝撃を断熱材の中間層によつて緩和し、その内面の緻密質セラミックスが破壊することがなく、しかも溶接使用に耐える必要があった。

本発明は管内部を通過する粉体等の内面摩耗にも耐え、かつ $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の内圧力にも耐え得る内面強度をもち、かつ溶接施工にも耐え得るが如き鑄包み複合円筒を得ることを目的とした。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、緻密質セラミックスからなる内筒と、金属からなる鑄包み外筒と、前記内筒と外筒との間に介在する断熱性と圧縮強度を有するモルタル層からなることを特徴とする金属-セラミックス複合円筒をその要旨とする。

本発明者は、粉体の内面摩耗に耐えかつ高内圧力に打勝つためにはポーラスなセラミックスは耐摩耗性、強度が不足するのに対し、緻密質のアル

ミックスの表面にモルタルなどの耐火物の中間層を設けることが示されている。しかし、外筒と内筒の中間に介在するモルタル層の強度が弱いため、内筒の把握力が弱いこと、外筒の金属には鋼鉄を用いているため筒内にかかる内圧が大きい場合の強度が不足すること、その上内筒のセラミックスは可縮性をもつた気孔率20%以上の多孔質の材質を用いているので鑄包みによる把握力を高めてセラミックス内筒に高い圧縮応力を与えることができないで内圧力が $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の使用に際して強度不足による割れを生じるのでその使用に耐えることができない等の欠点があった。

(発明の解決しようとする問題点)

すなわち、従来の金属とセラミックスの複合円筒は、セラミックスの耐熱性を利用した高温用円筒にのみ使われ得るもので、本発明のようにマツドガンやスラリーポンプのように $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の圧力用円筒には使用できなかった。また組立時の溶接使用にも耐えなかった。

それで、前記のような欠点のある焼ばめ方式に

ミナセラミックスとか塩化珪素質セラミックスが適正であることを実験によつて確認した。そしてこのような緻密質セラミックスを内筒に使うことによつて鑄包み後の外筒からの締付力による収縮変形が少く、より大きな圧縮力をセラミックス内筒に発生させ得ることを明らかにした。

また、鑄包みによつてセラミックスに所定の圧縮応力を与え得るように圧縮強度をもたせる必要があった。この圧縮応力を発生させるためにはこの中間層としては溶湯の注入によつてガス発生がなくしかも焼結する性質を有するシヤモット質モルタルとかりん酸塩ボンド系の耐火モルタルが適正であることを見出した。

また外筒としては、鑄放しのままで強度と靱性および疲労強度のある材料であることすなわち弾性率 $20000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の金属(鉄鋼等)が内筒に圧縮応力を発生させ得るものとして必要であつた。

鑄包み複合円筒の製造方法としては、緻密質セラミックスを内筒として、前記円筒の外周面に断

熱性と高圧縮強度を示すモルタルを施工し、乾燥後その周囲に金属溶湯を鑄込み凝固させることを特徴とした。

このようなセラミック内筒を鑄包するときこの内筒に溶湯がその外面より接触することによる熱衝撃が緻密質セラミックスよりなる内筒を破壊することを防止するため高圧縮強度を有するモルタル層が断熱性を有することがセラミックスの破壊を防止する機能をもつことを幾多の試験、実験によつて明らかにした。

また、上記製造方法において、鑄込み金属の凝固後型抜きされた円筒を熱処理する場合を本発明の実施態様とした。

すなわち、断熱性と高圧縮強度を有するモルタルを施工したあと金属溶湯を鑄込み凝固後に850℃に加熱冷却する熱処理が金属組織の均質化及びセラミックスの外筒に対する密着効果を改善し、セラミックスの内面の強度を改善することを明らかにした。この鑄込み後の熱処理は、組織を均質にして、残留ひずみを一定化し、疲労強度を上げ、

又把握力の均等化につながり、圧縮応力の偏りによるセラミックスの損傷を防止する効果がある。熱処理条件は鋼種により、ほぼ決まる。

外筒の金属が鋼鋼のときは複合円筒になつたときの熱処理に耐えかつ溶接施工を可能にした。

〔実施例、作用〕

以上の本発明の構成について次の実施例によつて具体的に説明する。

複合円筒の形状を第1図に示す。内筒(1)の外側に中間層(3)を介して外筒(2)が鑄包みする。

第2図に複合円筒の鑄込製作する鑄型の構造を示す。中子(4)の外面にセラミックス製内筒(1)を嵌合させた。

表 1

セラミックス の種類	気孔率 %	見掛け重 g/cm ³	引張強度 kg/mm ²	圧縮強度 kg/mm ²	成分		
					Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO
① 多孔質アルミナ	20.3~31.3	2.6	5	20	92	6	2
② 緻密質アルミナ	0	3.9	30	>200	99.5	0.1	—
③ 緻密質酸化珪素	0	3.6	37	>200	92	5~6	2~3
④ 緻密質酸化珪素	0	3.2	50	>250	Si ₃ N ₄	Y ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ MgO
⑤ 緻密質酸化珪素	0	3.1	40	>250	90	5	5
⑥ 緻密質ジルコニア	0	5.3	20	150	SiC	B ₂ C	—
⑦ 緻密質マグネシア	0	3.5	10	65	99	1	—
					ZrO ₂	CaO	—
					91	8.5	—
					MgO	SiO ₂	—
					97	1	—

第1表にセラミックスの性状を示す。セラミックスの種類①は比較品としての緻密でない多孔質アルミナである。セラミックスの種類②、③、④、⑤、⑥は本発明品（数字に○印をかぶせた）であり、緻密質セラミックスである。これらのセラミックスからなる内筒(1)を装着し、さらに内筒の外面に断熱性中間層(3)を取付けた。

三

材料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	TP(%)	TS(MPa)	類別
1 SC46	0.18	0.30	0.55	0.015	0.055	—	0.85	—	>23	>6	鋼(65用)
2 SNCM439	0.27	0.15	0.50	0.010	0.030	1.86	0.95	0.35	>90	>100	焼入れ用
3 SCM45A	0.40	0.30	1.00	0.04	0.04	—	—	—	>40	>70	鋼(65用)

第 4 段 焼ばねと焼ぐるみの比較

[illegible]

備考、応力値……印は実験データとし、他は厚肉円筒の計算値より求めた

① 印……ミツタが主軸の方向に -5.6 kg/cm^2 の応力を生じようとするミツタ中の応力の計算値

② 印……全応力の方向に 7.0 kg/cm^2 の応力を生じようとする全応力の方向の計算値

第 2 版

比 較	断 晶 性 中 間 層		耐 火 度	成 分			圧縮強度 (kg/cm^2)	熱伝導率 ($\text{Kcal}/\text{m}^2\text{C}$)	評 価	
	基	材 質		Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3				
1	カオウールペーパー		1260°C	49.3	52.3	0.15	—	0.13 (1000°C)	剛性なし、耐断性良好	△
2	新ボード材		1400°C	49.3	52.3	0.15	—	(1000°C)	剛性なし、ガス発生あり	△
③	カオウールペーパー + セルタル (3%)		—	—	—	—	—	—	剛性なし、耐断性良好	○
④	ソフゼント質セルタル (10%)		SiC17	30	67	—	1.0	0.38 (3000°C)	従来材、ガス発生あり	○
⑤	“ “ (30%)		“	“	“	—	1.0	0.46 (800°C)	改良品 粘着・インダ 若干あり	○
⑥	“ “ (30%)		“	“	“	—	1.0	0.48 (800°C)	改良品 テラス、良好品	◎
⑦	断熱セルタル		1500°C	35	58	Fe_2O_3 2.0	0.25	0.30	強度やや不足、ガス発生 あり	○
⑧	アルミナセメント		1500°C	98	—	—	1.0	1.0	強度大、施工やや悪い	○
⑨	クハシセルタル		1800°C	87	8.2	Fe_2O_3 5.9	8.5	1.85 (1000°C)	強度大、耐断性やや悪い	○

上記のセラミックス製内筒(1)と中間層(3)とで施工した組立中子を所定の鑄型内に挿入し、鑄型を予熱せずに湯口(5)より水平上注方式により1520~1560℃の鋳鋼(第3表に外筒用の金属成分を示す。材質A1のJIS SC46による)からなる溶鋼を注入し外筒(2)とした。

内筒として使用したセラミックスは第1表の組成のセラミックス種類№2、4を使い、この内筒の外周をダイヤモンド砥石で研削加工しニッケルクロムモリブデン鋼（第3表の材質№2のJIS SNCM 439）の金属外筒2内面を焼ばめ代2.5/1000でセラミックス外径を基準に切削加工した。ついで外筒を焼ばめの最高温度であるセラミックスがスポーリング割れをおこさない上限温度400℃にて加熱してセラミックス内筒に挿入して製作した。

すなわち焼ばめのときの接触圧力増加による外筒内径のしめ代は $2.5/1000$ が限度であるが、鋳包みのときは内筒の肉厚が 20 mm 以上とし内筒と外筒の肉厚比を $1:3$ 以上にするることによつて接触圧力による把握力を増加することができた。

第4表のように焼ばめと鑄包みの場合の接触圧力による把握力の比較が行なわれた。表では、焼ばめ複合円筒では内、外筒間の面圧を451 kg/cm^2 にしたときのセラミックス内筒の内面の応力は圧縮応力 $-50.6\text{ kg}/\text{cm}^2$ （計算値）、金属外筒の外面の応力は引張応力 $20.7\text{ kg}/\text{cm}^2$ （計算値）であった。これに対して鑄包み複合円筒ではセラミックス内筒の内面応力は圧縮応力 $-56\text{ kg}/\text{cm}^2$ （実測値）、金属外筒の引張応力 $7.0\text{ kg}/\text{cm}^2$ （実測値）であった。そしてセラミックス内筒の内面に $-56\text{ kg}/\text{cm}^2$ の応力を生じるようなセラミックス内筒の外圧の計算値は $1059\text{ kg}/\text{cm}^2$ となり、金属外筒の外面に $7.0\text{ kg}/\text{cm}^2$ の応力を生じるような金属外筒の内圧の計算値は $585\text{ kg}/\text{cm}^2$ となった。

それ故、鑄包み複合円筒のとき、もし使用内圧 $500\text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上の使用に耐える必要があるときには、セラミックス内筒に $50\text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上の圧縮残留応力が必要となる。そしてセラミックス内筒に $50\text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧縮残留応力値を発生させるためには内筒セラミックスは内径 165 mm 外径 179 mm 、

外筒は鋼鋼SCMn5A（第3表の材質A3）で内径 187 mm 外径 230 mm のときに得られるものと考えられた。

また、複合円筒のせん断接合力（接合圧力に比例する）の測定結果を第3図に示す。セラミックス製内筒(1)の外面に焼ばめと鑄込まれた外筒(2)の収縮作用に基づくセラミックス内筒(1)の拘束力を測定した。すなわち垂直に立てた複合円筒の上端部においては内筒(1)の端面に負荷し、逆に下端部においては外筒(2)の端面に負荷して、セラミックスの部分を押抜いた。その結果、セラミックス内筒上端面と外筒下端面との相対変位をせん断変位 $u(\text{mm})$ として横軸にとり、セラミックス内筒と外筒との単位接触面積当りの押抜き力をせん断抵抗 $P(\text{kg}/\text{cm}^2)$ として縦軸にとり、鑄包みの本発明品と焼ばめ品と比較して示した。鑄包みの本発明品の方が焼ばめ品より高いせん断抵抗 P を得た。

第5表に前記試験品の各々についての評価を示した。

表 5										
試験品	接合方式	セラミックス		セラミックス寸法 (直径×肉厚×長さ)	断熱性中間層 材 質	断熱層 厚さ(mm)	金属 厚さ(mm)	接合製品状 況(セラミックス)	セラミックス 把握力	評 価
		種 類								
従 来	1 焼 ばめ	① しめ代 1.5/1000	② 緻密質アルミナ(92%)	180φ×7.5t×450ℓ	—	—	20	○	△	○しめ代1.5/1000以上取れない、把握力不足
	2 焼 ばめ		② “ “ (90.5%)	“	—	—	“	×	×	×セラミックス強度ばらつき大
	3 焼 ばめ	① しめ代 2.5/1000	④ “ 窒化珪素	“	—	—	“	◎	◎	◎良好
比 較	4 鑄 ぐるみ	1 多孔質アルミナ	60φ×6t×170ℓ	—	—	—	18	×	×	×セラミックス強度不足
	5 鑄 ぐるみ	② 緻密質アルミナ(92%)	55φ×6.25t×100ℓ	—	—	—	“	×	×	×熱応力割れ
	6 鑄 ぐるみ	② “ “ (99.5%)	50φ×4.5t×100ℓ	—	—	—	“	×	×	×
	7 鑄 ぐるみ	④ “ 窒化珪素	52φ×5.65t×105ℓ	—	—	—	“	×	×	×
較 正	8 鑄 ぐるみ	1 多孔質アルミナ	60φ×6t×190ℓ	1 カオウーバー	5	“	“	×	×	×セラミックス強度不足
	9 鑄 ぐるみ	② 緻密質アルミナ(92%)	55φ×6.25t×100ℓ	1 “	5	“	“	◎	×	×把握力不足
	10 鑄 ぐるみ	② “ “ (92%)	“	金属線0.5φ	10	“	“	×	×	×断熱効果なし
	11 鑄 ぐるみ	④ 緻密質窒化珪素	52φ×5.65t×105ℓ	2 断熱バート材	2	“	“	◎	×	×把握力不足
本 発 明	12 鑄 ぐるみ (中間層あり)	② 緻密質アルミナ(92%)	55φ×6.25t×100ℓ	③ モルタル(旧)	3	“	“	◎	◎	△ガス発生、金属内ホールあり
	13 鑄 ぐるみ	② “ “ (92%)	“	⑤ モルタル(改)	4	“	“	◎	◎	◎良好
	14 鑄 ぐるみ	② 緻密質アルミナ(99.5%)	50φ×4.5t×100ℓ	④ モルタル(旧)	3	“	“	◎	◎	△ガス発生、金属内ホールあり
	15 鑄 ぐるみ	② 緻密質窒化珪素	52φ×5.65t×105ℓ	④ “ (改)	2	“	“	◎	◎	△ “ “
	16 鑄 ぐるみ	④ “ “	“	⑤ “ (改)	“	“	“	◎	◎	◎良好
	17 鑄 ぐるみ	④ “ “	“	⑦ 断熱モルタル	“	“	“	◎	△	○把握力不足
	18 鑄 ぐるみ	④ “ “	180φ×7.5t×450ℓ	⑤ モルタル(改)	5	20	“	◎	◎	◎良好

備考：◎優 ○良 △可 ×不可

従来例試験 Δ 1、2、3は緻密質セラミックス円筒についての焼ばめ複合円筒の場合である。 Δ 1、 Δ 3は良い \bigcirc 、 \odot 評価であるが、焼ばめ工数に手がかかりすぎる欠点があった。

比較例 Δ 4は緻密でない多孔質アルミナのセラミックスであるので悪い \times 評価であり、 Δ 5、6、7は緻密質セラミックスであるが中間層が欠除しているので各々悪い \times 評価であった。

比較例の Δ 8は緻密でない多孔質セラミックスであり、中間層は圧縮強度のないカオウルペーパーのため \times 評価であり、 Δ 9は緻密質セラミックスであったが中間層がやはり圧縮強度のないカオウルペーパーのため \times 評価であった。比較例 Δ 10は中間層が断熱効果のない金属線であるので Δ 11も中間層が圧縮強度のない断熱ボード材であるので各々みな \times 評価であった。

本発明品 Δ 12、14、15はみな緻密質セラミックスであり中間層は断熱性と圧縮強度をもつモルタル(旧)であり可 Δ 評価であった。本発明品 Δ 13、16、17、18はみな緻密質セラミックスであり中

間層は圧縮強度をもちかつ断熱性の大きいモルタル(改)、断熱モルタルであるので良好 \odot 、良 \bigcirc 評価とのよい結果であった。

〔効果〕

内面耐摩耗性でしかも高内圧に耐えかつ鑄込製作の容易な内筒セラミックス外筒金属の鋼包み複合管の生産に対する効果はきわめて大きい。

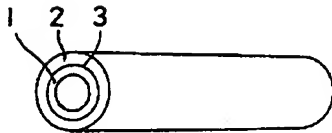
4. 図面の簡単な説明

第1図は複合円筒の形状を示す構成図、第2図は複合円筒の鑄込製作鑄型の構成図、第3図は鋼包み複合円筒と焼ばめ円筒とのせん断変位とせん断抵抗の関係を示す線図である。

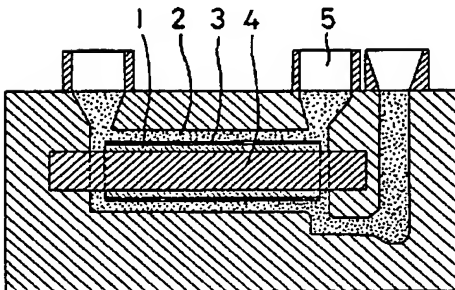
1：円筒、2：外筒、3：中間層、4：中子、5：湯口

出願人 住友金属工業株式会社
出願人 山本重工業株式会社
代理人弁理士 生 形 元 重
代理人弁理士 吉 田 正 二

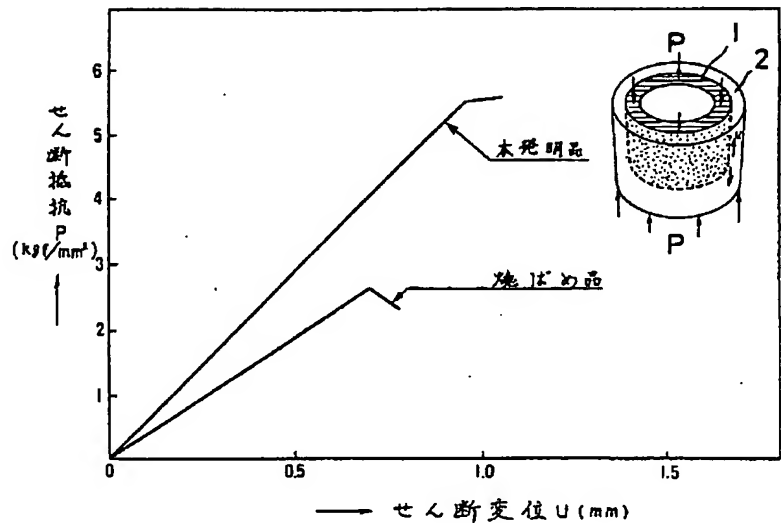
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 1 頁の続き

⑨ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

B 32 B 15/04
// C 04 B 37/02

2121-4F
7106-4G

⑦発 明 者	山 本	三 幸	尼崎市西長洲本通 1 丁目 3 番地 住友金属工業株式会社中 央技術研究所内
⑧発 明 者	薮 田	一 郎	桑名市中央町 3 丁目 21 番地 山本重工業株式会社内